



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CAMPUS II – AREIA-PB  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**JOSÉ ALFREDO NUNES**

**TROCAS GASOSAS E COMPONENTES DO RENDIMENTO DE MILHO  
CONSORCIADO COM FAVA NO BREJO PARAIBANO**

**AREIA  
2019**

**JOSÉ ALFREDO NUNES**

**TROCAS GASOSAS E COMPONENTES DO RENDIMENTO DE MILHO  
CONSORCIADO COM FAVA NO BREJO PARAIBANO**

Trabalho de conclusão do curso de graduação  
apresentado à Coordenação do Curso de  
Agronomia, do Centro de Ciências Agrárias,  
da Universidade Federal da Paraíba, em  
cumprimento às exigências para obtenção do  
título de Engenheiro Agrônomo.

**Orientador:** Prof. Dr. Fábio Mielezrski.

**AREIA  
2019**

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

N972t Nunes, Jose Alfredo.

Trocas gasosas e componentes do rendimento de milho  
consociado com fava no brejo paraibano / Jose Alfredo  
Nunes. - Areia, 2019.

34 f. : il.

Orientação: Fábio Mielezrski.

Monografia (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Zea mays. 2. Phaseolus lunatus. 3. Épocas de  
semeadura. I. Mielezrski, Fábio. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
COORDENAÇÃO DO CURSO DE AGRONOMIA  
*Campus II – Areia-PB*

## DEFESA DO TRABALHO DE GRADUAÇÃO

Aprovada em 11/10/2019.

**“TROCAS GASOSAS E COMPONENTES DO RENDIMENTO DE MILHO CONSORCIADO COM FAVA NO BREJO PARAÍBANO”**

**Autor: JOSÉ ALFREDO NUNES**

**Banca Examinadora:**

Prof. Dr. Fabio Mielezski  
Orientador- CCA/UFPB

Prof. Dr. Leossávio César de Souza  
Examinador – CCA/UFPB

Msc.. João Everthon da Silva Ribeiro  
Examinador –CCA/UFPB

Delza da Costa Ribeiro  
Secretária da SIAG

Prof. Dr. Bruno de Oliveira Dias  
Coordenador do Curso

Prof. Bruno de Oliveira Dias  
Coordenador Agronomia - CCA/UFPB  
Mat. SIAPE 1974814

## **Dedicatória**

Dedico este manuscrito que representa um período fundamental ao meu crescimento como ser humano, a toda minha família e em especial ao meu Pai que contribuiu incansavelmente para essa conquista, DEDICO.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente a Deus, por ter me abençoado com a dádiva da vida e com ela conquistar sabedoria para trilhar meus próprios caminhos.

Ao meu Pai José Nunes Filho que jamais mediu esforços para me proporcionar uma melhor estadia durante esses 5 anos de curso, a minha mãe Vilma que desde meus 8 anos de idade me abençoa com seus ensinamentos sobre a vida, a minha mãe Lucilene que mesmo distante sempre esteve presente em meu coração, aos meus irmãos Guthemberg, Guthierrez e Guthermann, as minhas cunhadas Diana, Cláudia e Lílían que sempre estiveram à disposição nos momentos que mais precisei. Ao meu Tio Severino (Biu) que me levava a escola de bicicleta sem qualquer sacrifício, a minha vó Josefa que sempre foi uma verdadeira mãe em todos os aspectos da vida. E aos demais familiares o meu muito obrigado!

A Universidade Federal da Paraíba que me agraciou com a oportunidade de após 8 anos sair deste estado com o título de técnico em agropecuária (CAVN/CCHSA) e o título de Engenheiro Agrônomo (CCA), onde no decorrer desta trajetória tive a oportunidade de ser contemplado com os programas de financiamento de bolsas da PRAPE, PROPESQ, PRAC e PRG, pois sem esses, esta longa caminhada teria se tornado mais dificultosa.

Ao meu orientador, Prof. Fábio Mielezski, que sempre esteve disponível e acessível com seu caráter inestimável, capaz de me agradecer ao longo dos anos com a sabedoria capaz de desenvolver este trabalho que vos apresento. Meu sincero obrigado!

Aos meus orientadores Leonardo Dantas (UFPB/CCHSA), sendo o primeiro a me oferecer uma oportunidade de ingressar no viés científico da academia, ao professor Leonardo Pascoal (UFPB/CCHSA), ao professor Raphael Beirigo que mais uma vez foi o primeiro a me oferecer uma oportunidade de ingressar em um programa de iniciação científica (PIBIC) na graduação e me proporcionou a oportunidade de sair do Nordeste pela primeira vez, tendo estagiado por 15 dias na USP/ESALQ e por todo seu carisma e sua amizade. A professora Márcia Miranda e ao professor Roseilton Fernandes. Minha eterna gratidão!

Aos funcionários do CCA, Assis, Denise, Cláudia, Ronaldo e Lourival, que jamais mediram esforços para me proporcionar uma estada mais agradável durante o curso. Meu muito obrigado.

Aos integrantes do grupo de estudos em grandes culturas que não mediram esforços para que este trabalho fosse realizado com êxito: Rayan, Lucas, Helton, Josias, Mayra, Williams, Ellen, Mateus, Tamiris, Beatriz e Eldo. Meus sinceros agradecimentos!

A minha turma do curso de agronomia 2014.2 que nos momentos de agonia fez com que tudo valesse mais a pena. Minha eterna gratidão!

A Henrique, Fidelis, Alan, Misael, Edson, Juanderson e Kagiaany, agradeço sem distinções, pois se existir amizade verdadeira na vida, saio com a certeza de que as conquistei ao lado dessas pessoas ao longo desses 5 anos, que no meio de tantas adversidades e personalidades

completamente diferentes puderam me proporcionar anos maravilhosos aos quais jamais esquecerei e serei eternamente grato!

A minha namorada que não é de Areia mais vai me fazer cumprir a profecia de José Américo. Não existem palavras para expressar o quão importante és em minha vida, sempre companheira nas horas mais precisas e que vem me apoiando incansavelmente ao longo dos últimos 3 anos e 5 meses, não tenho dúvidas de que essa caminhada teria sido tortuosa sem a tua presença. Te amarei eternamente!

“A luta pela vida nem sempre é vantajosa aos fortes  
nem aos espertos.  
Mais cedo ou mais tarde, quem cativa a vitória é  
aquele que crê plenamente  
Eu conseguirei! “

Napoleon Hill



## RESUMO

O cultivo e consumo de milho na região nordeste do Brasil é de elevada importância socioeconômica, no entanto, não reflete no que se espera de resultados produtivos para o cultivo comercial de tal espécie. A consorciação entre espécies pode ser uma solução para elevar a produtividade do milho e ao mesmo tempo proporcionar um aproveitamento da área de cultivo e com isso, se faz importante o uso do feijão-fava que é popularmente consumido no Estado e que é comercializado nas feiras livres como uma iguaria. O objetivo do foi analisar o efeito das trocas gasosas e do desempenho dos componentes do rendimento de milho consorciado com a fava em diferentes épocas de semeadura. O presente trabalho foi desenvolvido na fazenda experimental Chã de Jardim, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias – CCA, Campus II, da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, localizado no município de Areia-PB. O experimento foi conduzido em blocos ao acaso (DBC) com quatro repetições e cinco tratamentos. Os dados obtidos foram submetidos às análises de variância (Teste F), com programa estatístico R, sendo os mesmos submetidos ao teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Observou-se que não houve diferença significativa entre as variáveis analisadas, taxa fotossintética, Condutância estomática e Transpiração. Os resultados obtidos por este trabalho indicam ao produtor a viabilidade do cultivo consorciado entre as culturas de milho e fava, onde as épocas de semeadura da fava intercaladas entre as linhas de milho expressam resultados positivos para os tratamentos 4 e 5, onde o cultivo ocorreu entre os estádios de desenvolvimento V3 e V5 do milho respectivamente. Com isso, é indicado que o produtor realize o cultivo consorciado entre essas épocas o que provavelmente resultará em resultados produtivos.

**Palavras-Chave:** *Zea mays*, *Phaseolus lunatus*, Épocas de semeadura.

## ABSTRACT

Corn cultivation and consumption in the northeastern region of Brazil is of high socioeconomic importance, however, it does not reflect what is expected of productive results for commercial cultivation of such species. Intercropping between species can be a solution to increase the productivity of maize and at the same time provide a use of the cultivation area and with this, it is important to use the fava bean that is popularly consumed in the state and which is marketed at fairs. free as a delicacy. The objective of this study was to analyze the effect of gas exchange and the performance of corn yield components intercropped with bean at different sowing dates. The present work was developed in the experimental farm Chã de Jardim, belonging to the Center of Agrarian Sciences - CCA, Campus II, Federal University of Paraíba - UFPB, located in Areia-PB. The experiment was conducted in randomized blocks (DBC) with four replications and five treatments. The data obtained were submitted to analysis of variance (F Test), with statistical program R, and they were submitted to Tukey test at 5% probability. It was observed that there was no significant difference between the analyzed variables, photosynthetic rate, stomatal conductance and perspiration. The results obtained by this work indicate to the producer the viability of the intercropping between the corn and bean crops, where the sowing dates between the rows of corn express positive results for treatments 4 and 5, where the cultivation occurred between maize development stages V3 and V5 respectively. With this, it is indicated that the producer performs the intercropping cultivation between these times which will probably result in productive results.

**Keywords:** *Zea mays*, *Phaseolus lunatus*, Sowing Times.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Mapa de Localização da área experimental na Fazenda Chã de Jardim – UFPB/CCA .....	21
Figura 2 Climograma do município de Areia - PB correspondente ao período de implantação do experimento a colheita (INMET, 2019). .....	22
Figura 3 Área do experimento na Fazenda Experimental Chã de Jardim CCA/UFPB. Areia – PB, 2019 .....	23
Figura 4 Coleta de dados com o Analisador portátil de Gás por Infravermelho (IRGA), (LI-COR®, modelo LI- 6400XT), na área experimental. Areia – PB, 2019 .....	25

## LISTA DE TABELAS

Figura 1 Mapa de Localização da área experimental na Fazenda Chã de Jardim – UFPB/CCA .....	21
Figura 2 Climograma do município de Areia - PB correspondente ao período de implantação do experimento a colheita (INMET, 2019). .....	22
Figura 3 Área do experimento na Fazenda Experimental Chã de Jardim CCA/UFPB. Areia – PB, 2019 .....	23
Figura 4 Coleta de dados com o Analisador portátil de Gás por Infravermelho (IRGA), (LI-COR®, modelo LI- 6400XT), na área experimental. Areia – PB, 2019 .....	25

## Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	REVISÃO DE LITERATURA .....	15
2.1	Importância socioeconômica da cultura do milho .....	15
2.2	Ecofisiologia e fenologia da cultura do milho .....	15
2.3	Importância socioeconômica da cultura da fava .....	18
2.4	Consórcio .....	18
2.5	Influência de fatores climáticos nas trocas gasosas .....	19
3	MATERIAL E MÉTODOS .....	21
3.1	Localização do experimento .....	21
3.2	Descrição experimental e análise estatística .....	22
3.3	Condução do experimento .....	22
3.4	Avaliações.....	24
3.4.1	Trocas gasosas: .....	25
3.4.2	Componentes do rendimento: .....	25
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	26
5	CONCLUSÕES .....	28
6	REFERÊNCIAS .....	29

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays* L.) é milenar, sendo uma espécie pertencente à família Gramineae/Poaceae, cultivada há aproximadamente 8.000 anos, considerada cosmopolita explorada em países que vão desde o continente Americano até a Ásia oriental. Tem como finalidade de exploração comercial, basicamente para suprir as necessidades na alimentação humana e animal, indiscutivelmente, tendo em vista o seu extraordinário potencial nutricional (BARROS & CALADO, 2014).

O Brasil vem apresentando ao longo dos anos um crescimento expressivo no cultivo da cultura do milho, com 4,67% a.a. na produção e 2,95% a.a. na produtividade (CONAB, 2018), dados a frente dos observados a nível mundial e em relação os Estados Unidos. Contudo, enquanto a produtividade média do milho brasileiro está em cerca de 4,9 t/ha estando abaixo da mundial de aproximadamente 5,65 t/ha, a produtividade norte-americana supera em quase duas vezes com 11 t/ha (USDA, 2019).

De acordo com a CONAB, (2018) a região nordeste do Brasil é responsável pela segunda pior participação na produção de milho a nível nacional, ficando à frente apenas da região Norte, e apresenta a pior produtividade em torno de 2.554 Kg/ha na safra de 2017/2018. O estado da Paraíba por sua vez aparece como o quarto pior da região Nordeste no que diz respeito a produtividade para a safra de 2017/2018 com rendimento médio em torno de 780 Kg/ha. Os dados acima são reflexos de alguns fatores evidenciados por diversos autores ao longo dos últimos anos, sendo por muitas vezes às particularidades climáticas locais, grau tecnológico adotado em sua produção e ainda à escolha de genótipos inadequados, decorrente da escassez de informações regionais sobre o comportamento agrônomo dos diversos materiais genéticos disponíveis e indicados para a região semiárida. (SANTOS et al., 2012).

Nos sistemas de consórcio, duas ou mais culturas, com diferentes ciclos e arquiteturas vegetativas, são exploradas conjuntamente na mesma área de cultivo. As mesmas não são essencialmente semeadas na mesma época, porém, durante significativo período de desenvolvimento, existe uma simultaneidade, sendo imposta uma interação dentre elas. Tal forma de cultivo é basicamente empregada, pelos pequenos produtores, na agricultura de subsistência, onde tais contam com escassez de terreno e um capital reduzido para os manejos das culturas (CARNEIRO et al, 2015).

Sabendo disso segundo Franco et al. (2002), uma cultura que pode ser consorciada com o milho, a fim de aumentar a produtividade e reduzir os custos com adubação nitrogenada é o feijão-fava, (*Phaseolus lunatus* L.), considerado como a segunda leguminosa

de maior importância do gênero, e que devido a sua capacidade de, em simbiose com rizóbios, realizar o processo de Fixação Biológica de Nitrogênio e também, segundo conteúdo proteico e paladar característico, é mundialmente utilizado em pratos, nas mais diferentes culinárias, recebendo várias denominações, em função da região cultivada ou forma de utilização na alimentação (SANTOS, 2008).

Atualmente a fava é uma cultura tipicamente da agricultura familiar, entretanto, pela variabilidade genética, sua adaptação a ambientes menos favoráveis, excepcionalmente no que diz respeito à índice pluviométrico e à elevadas temperaturas, além da sua qualidade nutricional, tem potencial para ser cultivada por todos os tipos de produtores, desde o familiar ao empresarial. Tratando-se, portanto, de uma cultura de elevado potencial econômico (LOPES et al, 2010).

Conforme dados apresentados pelo IBGE (2017), o total de área plantada de *P. lunatus* L. em território brasileiro é de 108.419 ha, destes 106.579 ha estão no Nordeste, considerado o maior produtor nacional que detém cerca de 90% desta produção o equivalente a 18.882 t de 21.004 t produzidas nacionalmente. A Paraíba por sua vez, ficou em terceiro lugar na produção nacional (3.008t) ficando atrás apenas dos estados vizinhos, Rio Grande do Norte (7.095t) e Pernambuco (3.249t).

Na folha, ocorrem diversos processos fisiológicos além da fotossíntese, tais como, síntese de hormônios, transpiração, metabolismo do nitrogênio, ademais um órgão sensível às condições ambientais (SEVERINO & AULD, 2013). Disto isso, o nitrogênio é um componente imprescindível da clorofila, molécula essencial na decorrência dos processos que envolvem a fotossíntese, sendo responsável pela captação de luz. O presente trabalho teve como objetivo, Analisar o efeito das trocas gasosas e do desempenho dos componentes do rendimento de milho consorciado com a fava em diferentes épocas de semeadura.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Importância socioeconômica da cultura do milho**

A difusão e expansão da cultura do milho ao longo dos anos vêm sendo analisada sob a perspectiva das cadeias produtivas ou dos sistemas agroindustriais (SAG). A mesma é insumo para produção de uma centena de produtos, em países como os Estados Unidos isso chega a milhares, todavia, na cadeia produtiva de suínos e aves são consumidos cerca de 70% da produção mundial do milho e de aproximadamente 70% a 80% do milho consumido no Brasil (DUARTE et al, 2019). A produção mundial tem crescido consideravelmente a uma taxa de 3,34% a.a., superando o crescimento populacional, um indicio do dinamismo decorrente de toda cadeia produtiva do produto. O Brasil é atualmente o terceiro maior produtor de milho do mundo, sendo responsável por 82 milhões de toneladas na safra 2017/2018, a China, na segunda posição, foi responsável por 215 milhões de toneladas e os Estados Unidos lideram a produção, com 370 milhões de toneladas.

### **2.2 Ecofisiologia e fenologia da cultura do milho**

O milho apresenta características que são resultados da supressão, condensação e multiplicação de várias partes da anatomia básica das gramíneas. Os aspectos vegetativos e reprodutivos de sua planta podem ser alterados por meio da interação com os fatores ambientais que afetam o controle da ontogenia do desenvolvimento. Contudo, o resultado geral da seleção natural e da domesticação foi produzir uma planta anual, robusta e ereta, com variações entre um a quatro metros de altura, que é excepcionalmente melhorada para a produção de grãos (MAGALHÃES E SOUZA, 2019).

Para entendermos a complexidade das reações da planta de milho com os fatores ambientais, é cabível estudar tais fatores em natureza biótica e abiótica. Sendo estes determinantes para crescimento e desenvolvimento da planta. Sendo fatores ambientais bióticos aqueles resultantes de uma interação de organismos como efeito de simbiose, parasitismo, herbivoria, infecção, dentre outros. Já os fatores ambientais de natureza abiótica incluem os fatores físicos como a temperatura, intensidade da luz, umidade, oferta de nutrientes e outros (SCHULZE et al., 2005).

O ciclo vegetativo do milho é diversificado, podendo ser possível encontrar desde genótipos extremamente precoces, onde a polinização pode ocorrer 30 dias após a emergência, até aqueles que os ciclos vitais podem alcançar 300 dias. Mesmo assim no Brasil,



a planta apresenta ciclo médio entre 110 e 160 dias, devidos aos constantes estudos de caracterização dos genótipos (superprecoce, precoce e tardio – período compreendido entre a semeadura e o ponto de maturidade fisiológica) (FANCELLI, 2015).

Os dados referentes aos elementos fisiológicos, climatológicos, fitogenéticos, entomológicos, fitopatológicos e fitotécnicos, correlacionados resultam no desenvolvimento da planta –, o ciclo da cultura do milho foi desfragmentado em 11 estádios distintos de desenvolvimento que vai de V0 – Emergência, sendo a primeira fase vegetativa até R6 – grãos fisiologicamente maduros considerados a última fase reprodutiva do milho, de acordo com a escala proposta por (FANCELLI, 1986).

Na escala anteriormente mencionada, os estádios de crescimento e desenvolvimento anteriores ao aparecimento dos pendões são identificados mediante a avaliação do número de folhas completamente expandidas. Para tal, a folha pode ser considerada desdobrada, quando for plenamente visível o elo de união bainha-limbo denominado lígula. Todavia, não deverá ser computada na contagem a folha seminal, essa que se distingue das folhas verdadeiras do milho por apresentar extremidade arredondada. Para os estádios posteriores ao florescimento, a identificação deverá ser efetuada de acordo com a presença de estruturas reprodutivas e observando-se o desenvolvimento e consistência dos grãos (KINIRY & BONHOMME, 1991).

O milho é uma cultura extremamente exigente em água. Todavia, pode adapta-se a regiões com precipitações médias em torno de 250 mm até 5000 mm anuais, de toda forma se faz necessário salientar que a quantidade de água consumida pela planta, durante seu ciclo, chega próximo aos 600 mm. A necessidade de água pela planta, nos estádios iniciais de crescimento, em condições semiáridas, dificilmente extrapola 2,5 mm/dia. Já na decorrência dos estágios reprodutivos estima-se que tal necessidade pode chegar em torno de 5 a 7,5 mm diários. No entanto se a temperatura estiver muito elevada e a umidade do ar muito baixa, o mesmo poderá crescer a cerca de 10 mm/dia. (ANDRADE et al, 2006)

O desempenho das culturas está diretamente relacionado com a quantidade de água disponível no solo para a completa realização das suas atividades fisiológica, é sabido que este pode ser comprometido mesmo em anos climaticamente favoráveis, se o déficit hídrico ocorrer no período crítico de desenvolvimento da cultura. A ocorrência de déficit hídrico nos estádios vegetativos do milho reduz o seu crescimento, em função de decréscimos da área foliar e da biomassa (BERGAMASCHI et al., 2007). No entanto, tais efeitos sobre os componentes do rendimento do milho podem ser amenizados em caso de melhores condições hídricas nos estádios vegetativos (KRON et al., 2008).

Se esse déficit hídrico ocorrer durante os estádios reprodutivos, fase estas de desenvolvimento da espiga e formação de grãos as perdas podem ser irreparáveis (SANTOS & CARLESSO, 1998). Essa afirmação é evidenciada devido aos processos fisiológicos ligados à formação do zigoto e início do enchimento de grãos (ZINSELMEIER et al., 1995), além da elevada transpiração, decorrente da máxima área foliar (RADIN et al., 2003; NIED et al., 2005) e da elevada carga energética proveniente da radiação solar. Reduções no rendimento são observadas se o déficit hídrico ocorrer entre a antese e o início de enchimento de grãos (BERGONCI et al., 2001; BERGAMASCHI et al., 2004), pois a recuperação da capacidade produtiva da cultura não poderá ocorrer de forma satisfatória, uma vez que os eventos reprodutivos são muito mais rápidos do que o crescimento vegetativo.

A temperatura possui uma relação complexa e inestimável para um ótimo desempenho da cultura, sendo que, tais condições variam de acordo com os estádios vegetativos e reprodutivos da planta. Desta forma quando ocorre uma elevação da temperatura o processo metabólico é mais acelerado e, nos períodos mais frios, o metabolismo tende a diminuir. Tal oscilação metabólica ocorre dentro dos limites extremos tolerados pela planta de milho, compreendida entre 10°C e 30°C. Abaixo de 10°C, por períodos longos, o crescimento da planta é quase nulo e, sob temperaturas acima de 30°C, também por períodos longos, durante a noite, o rendimento de grãos decresce, em razão do consumo dos produtos metabólicos elaborados durante o dia. Temperaturas noturnas elevadas, por longos períodos, causam diminuição do rendimento de grãos e provocam senescência precoce das folhas. (SANTANA et al., 2019)

No desenvolvimento do milho pode ocorrer o acúmulo de quantidades distintas de energia ou simplesmente unidades calóricas necessárias a cada etapa de crescimento e desenvolvimento. Esta é obtida por meio da soma térmica necessária para cada etapa do ciclo da planta, desde o plantio até o florescimento masculino. Que é calculado através das temperaturas máximas e mínimas diárias, sendo 30°C e 10°C, respectivamente, as temperaturas referenciais para o cálculo. Com relação ao ciclo, as cultivares são classificadas pelas Empresas produtoras de Sementes em normais ou tardias, semiprecoces, precoces e superprecoces (LANDAU et al., 2019).

De acordo com o Zoneamento Agrícola para a cultura de milho (MAPA, 2019), as cultivares são classificadas, em função do ciclo, em três grupos:

Grupo I - necessita até 780 U.C (precoce);

Grupo II - necessita entre 780 e 860 U.C. (ciclo médio);

Grupo III - necessita mais que 860 U.C. (ciclo tardio).

### **2.3 Importância socioeconômica da cultura da fava**

A cultura da fava a nível nacional, apresentam variedades cultivadas com hábito de crescimento indeterminado, são tardias onde seu ciclo pode chegar aos 6 meses e sendo possível a realização de mais de uma colheita durante seu ciclo (BEYRA; ARTILES, 2004). A comercialização dos grãos dessa leguminosa tem desempenhado importante papel na dieta da maioria das populações, sendo um aspecto de grande relevância a disponibilidade de proteína vegetal (PROLLA, 2006).

Pegado et al. (2008) evidenciam que, os restos culturais desta leguminosa podem ser usados como fonte para adubação verde, tendo em vista que, a cultura detém um grande potencial de fixar nutrientes no solo. No consumo humano, tem sido relevante como fonte alternativa de proteína de origem vegetal. De acordo com Azevedo et al. (2003), os teores de proteína encontrados em variedades de feijão-fava, como por exemplo, as de tegumento bege-claro, apresentam 26,70%, sendo superior ao do feijão-comum 23,37% e ligeiramente inferior ao encontrado em feijão-caupi 28,94%.

A principal alegação sobre a pouca expansão do feijão-fava em algumas regiões do país, está diretamente relacionada à tradição do consumo de feijão-comum, também em relação ao tempo maior de cocção (VIEIRA, 1992). Diante destes fatores somam-se ainda a presença de substâncias antinutricionais e do elevado teor de ácido cianídrico (HCN) que pode ser evidenciado pelo consumidor pela característica sensorial apresentada por um sabor amargo, característica essas inexistentes em outras espécies de feijão. Entretanto, este inconveniente pode ser revertido com a realização de práticas de eliminação do HCN, sendo possível através da realização de um ou dois pré-cozimentos, com total substituição da água utilizada (AZEVEDO et al., 2003).

### **2.4 Consórcio**

A busca por práticas culturais eficientes da mesma forma que possam assegurar incrementos na produção mantendo eficiência prática e econômica por meio da utilização de insumos agrega uma importante opção para o aumento da produção de alimentos, principalmente na pequena propriedade rural. Um dos consórcios mais utilizados no Brasil é a interação de cereais com leguminosas, que tem a capacidade de fornecerem nitrogênio através da Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) e outros minerais para a cultura não fixadora de N, além disso, pode proporcionar cobertura do solo mais rápida e controle da erosão, ainda

proporcionam habitat para predadores de pragas e o aumento da diversidade microbiana no solo (MACHADO, 2009).

Tradicionalmente, o consórcio entre o milho/feijão e milho/fava é adotado por pequenos produtores na região nordeste do país. Gitti et al., (2012) afirmam que uma das razões a preferência dos produtores por este tipo de cultivo em relação ao solteiro tem sido o aumento da produtividade de grãos por unidade de área.

A eficiência socioeconômica do consórcio entre milho e fava é evidenciada quando analisada algumas características apresentadas por esse sistema de cultivo, onde o mesmo pode proporcionar aos sistemas de produção um processo ecológico, de forma a respeitar as condições locais, preservando assim, a saúde dos ecossistemas, e das pessoas, sendo tais princípios capazes de reduzir a pobreza, trazendo segurança alimentar para as famílias envolvidas no processo, e consequentemente impulsionando o desenvolvimento dos países. Para melhor aproveitamento da área, água e nutrientes, o consórcio de culturas está sendo cada vez mais utilizada por pequenos agricultores da região semiárida do Nordeste, tal prática ocorre pelo fato destes possuírem propriedades com áreas reduzidas, além disso, a região dispõe de baixa pluviosidade e chuvas irregulares (LOPES et al, 2017).

Autores como Andrade Júnior et al., (2008) e Souza et al., (2011) evidenciam a importância da realização de plantios consorciados, tendo em vista que esta prática pode propiciar ao produtor uma melhor eficiência do uso da água e incremento na viabilidade econômica, ou seja, existe a possibilidade do cultivo de duas espécies onde o produtor poderá fornecer dois produtos, de forma que estará preparado, caso o valor de um produto esteja em baixa, e da forma que mencionada anteriormente, o mesmo terá na sua área uma produção diversificada em uma área que comumente seria ocupada por monocultivo.

## **2.5 Influência de fatores climáticos nas trocas gasosas**

Nas últimas décadas os pesquisadores vêm realizando inúmeros estudos no que diz respeito aos efeitos das mudanças climáticas na agricultura. A alteração na disponibilidade de água é um dos principais fatores climáticos de relevância para tais estudos (ASHARAF, 2010). De forma continua, com a baixa disponibilidade de água no solo, ocorre concomitantemente uma redução no teor de água nas folhas, o que acarreta no déficit hídrico. A planta utiliza-se de seus mecanismos fisiológico para evitar efeitos drásticos, de forma instantânea com resposta a esse déficit ocorre logo o fechamento dos estômatos, o que por consequência limitará a condutância de gases nas folhas, limitando assim a fotossíntese e o rendimento da planta (MUTAVA et al., 2011).

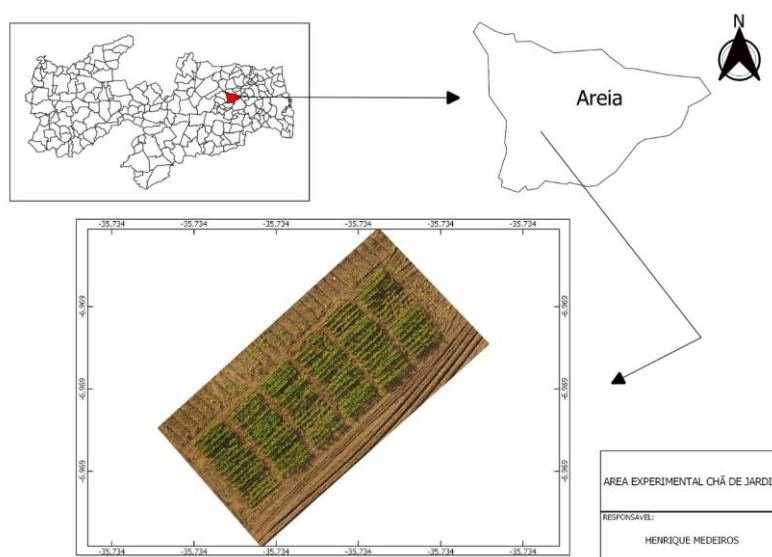
O déficit hídrico causa danos a inúmeros aspectos fisiológicos das culturas, onde vem a reduzir a área foliar, diminuído o crescimento ou acelerando a senescência, também, pode diminuir a fotossíntese devido a diminuição da área foliar, murchamento, enrolamento de folhas e fechamento de estômatos, além destes citados anteriormente pode atingir diretamente as brotações, polinização, absorção de nutrientes e translocação de fotoassimilados (BERGAMASCHI, 1992).

A condutância foliar pode ser considerada como uma medida da permeabilidade da folha à difusão de água e CO<sub>2</sub>, sendo o fluxo difusivo proporcional à força impulsora e inversamente proporcional à resistência (SALISBURY & ROSS, 1994). Trabalhos científicos realizados por diversos autores (BERGONCI & PEREIRA, 2002). BONO et al. (2001) e BERGONCI et al. (2000) indicam que para a cultura do milho, os estômatos se fecham com potenciais da água na folha entre -1,7 e -2,0 Mpa, estes também observaram que quando o potencial da água na folha chegou a - 1,5 Mpa ocorreu diminuição na condutância estomática do milho.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

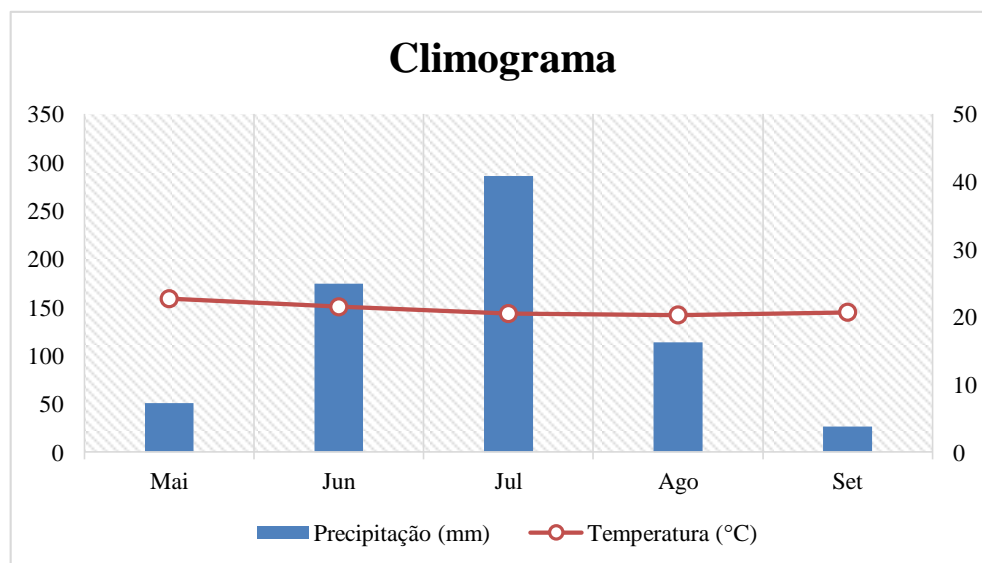
#### 3.1 Localização do experimento

O presente trabalho foi desenvolvido na Fazenda Experimental Chã de Jardim, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias – CCA, Campus II, da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, localizado no município de Areia-PB (Figura 1), estando situada na microrregião do Brejo Paraibano, a cerca de 620 m de altitude. O clima é do tipo As', sendo caracterizado como quente e úmido, com chuvas de outono-inverno e oscilação média da temperatura entre 21 e 26°C, tendo ainda sua precipitação média anual em torno de 1.400 mm (KOPPEN; GEIGER, 1936).



**Figura 1** Mapa de Localização da área experimental na Fazenda Chã de Jardim – UFPB/CCA

No período correspondente entre a semeadura e colheita a precipitação foi de 651,6 mm. Já a temperatura na mesma época teve poucas oscilações, apresentando em média 21,1 °C. (Figura 2)



**Figura 2** Climograma do município de Areia - PB correspondente ao período de implantação do experimento a colheita (INMET, 2019).

### 3.2 Descrição experimental e análise estatística

O experimento foi conduzido em blocos ao acaso (DBC) com quatro repetições e cinco tratamentos descritos na tabela 1. Os dados obtidos foram submetidos às análises de variância (Teste F), com programa estatístico R, sendo os mesmos submetidos ao teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

**Tabela 1** Descrição dos tratamentos de acordo com a instalação em campo.

Tratamentos	Descrição
<b>T1</b>	Milho solteiro (testemunha)
<b>T2</b>	Milho - V0 + Fava
<b>T3</b>	Milho – V1 + Fava
<b>T4</b>	Milho – V3 + Fava
<b>T5</b>	Milho – V5 + Fava

### 3.3 Condução do experimento

Inicialmente a área foi demarcada para a realização da coleta do solo para análise, posterior ao resultado exposto na Tabela 2 foi realizada a correção da acidez do solo, onde foi aplicado 4,05 t/ha de calcário dolomítico, a lanco de forma manual. Passados aproximadamente um mês para reação do calcário ocorreu a piquetagem da área para a delimitação da área experimental, com os blocos e suas respectivas parcelas. (Figura 3)



**Figura 3** Área do experimento na Fazenda Experimental Chã de Jardim CCA/UFPB. Areia – PB, 2019

**Tabela 2** Resultados da análise de química e fertilidade do solo da área experimental.

Química e Fertilidade										
pH	P	S- SO4 <sup>-</sup> <sub>2</sub>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	H <sup>++</sup> Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	SB	CTC
H2O(1:2,5)	-----mg/dm <sup>3</sup> ----			-----cmolc/dm <sup>3</sup> -----						
5,5	1,57	-	26,56	0,04	6,11	0,05	3,21	1,76	5,07	11,18
M.O	Zn		Fe	Mn	Cu	B				
g/kg	-----mg/dm <sup>3</sup> ----									
34,02	0,41	27,66	0,9	0,03	0,56					
P, K, Na: Extrator Mehlich 1			SB: Soma de bases trocáveis							
H + Al: Extrator acetato de cálcio 0,5			CTC: Capacidade de troca catiônica							
M, pH 7,0			M.O.: Matéria orgânica – Walkley-Blac							
Al, Ca, Mg: Extrator Kcl 1 M										

A área útil experimental constou de 7,0 m<sup>2</sup> para o milho, composta pelas duas linhas centrais, de modo que a bordadura ficou representada pelas linhas laterais e de 3,5 m<sup>2</sup> para a fava, composta por uma linha central, sendo a bordadura as linhas laterais. Cada parcela foi



composta por 4 linhas de 5 m de comprimento e 2,10 m de largura (Testemunha), já no consórcio ocorreu acréscimo de mais 3 linhas de 2,10m de fava intercaladas entre as linhas de milho. Tendo cada parcela uma área total de 10,5 m<sup>2</sup>.

Posteriormente, ocorreu a abertura das linhas de plantio, onde, a adubação necessária ocorreu de acordo com os resultados da análise do solo e as devidas recomendações de adubações para as culturas implantadas. A adubação para as culturas ocorreu nas seguintes proporções, (Milho: 30kg/ha de N, 30kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 30 kg/ha de KCl; Fava: 60kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 45 kg/ha de KCl) (IPA, 2008).

A partir daí foi realizada a semeadura, onde foram colocadas cinco sementes por metro linear no espaçamento de 0,20m entre plantas e 0,70m entre linhas. Tendo em vista a necessidade de adubação nitrogenada na cultura do milho, ainda foram realizadas duas adubações de cobertura 40 kg/ha de N 40 dias após o plantio e mais 40 kg/ha na fase V5.

A fava foi inoculada com o inoculante comercial disponibilizado pelo IPA-PE, onde o procedimento ocorreu de acordo com as especificações do fabricante, na proporção de 150 g do inoculante para 10 kg de sementes umedecidas com 200 mL de água e uma colher de açúcar até formar uma pasta homogênea, as sementes foram espalhadas para secagem em lugar fresco.

As sementes utilizadas foram do milho híbrido AG1051, esta que foi adquirida no comércio regional, e a Fava de crescimento determinado (Moita), foram cedidas por produtores rurais da região.

### **3.4 Avaliações**

Em cada parcela foram selecionadas e marcadas 2 plantas dentro da área útil para realização das avaliações das trocas gasosas e 5 plantas para os componentes do rendimento.

Após 60 dias da semeadura, as trocas gasosas foram realizadas com o auxílio de um Analisador portátil de Gás por Infravermelho (IRGA), (LI-COR®, modelo LI- 6400XT), com luz artificial de 1500 µmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> no período da manhã entre 9 e 11 horas. (Figura 4)



**Figura 4** Coleta de dados com o Analisador portátil de Gás por Infravermelho (IRGA), (LI-COR®, modelo LI-6400XT), na área experimental. Areia – PB, 2019

Os dados coletados e analisados foram os seguintes:

#### **3.4.1 Trocas gasosas:**

- Taxa de fotossíntese (A) ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ );
- Condutância estomática (gs) ( $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ );
- Transpiração (E) ( $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ).

#### **3.4.2 Componentes do rendimento:**

Foram coletadas 5 espigas da área útil de cada parcela e avaliadas conforme abaixo:

- Comprimento da espiga: Medido com auxílio de uma fita métrica, compreendendo toda a espiga de uma extremidade a outra;
- Diâmetro da espiga: Medido com auxílio de um paquímetro em três pontos da espiga (extremidades e central);
- Número de Fileiras: Foi realizada por meio de contagem visual e manual;
- Número de Grãos por fileira: Foi realizada por meio de contagem visual e manual;
- Número de Grãos por espiga: Obtido através da multiplicação entre o número de fileiras e o número de grãos por fileira.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se através de teste estatístico que não houve diferença significativa entre as variáveis analisadas, taxa fotossintética (Photo), Condutância estomática (Cond) e Transpiração (Trmmol) (Tabela 3).

**Tabela 3** Médias dos componentes fisiológicos para taxa fotossintética (Photo), condutância estomática (Cond) e transpiração (Trmmol).

Tratamentos	Fatores		
	Photo ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	Cond ( $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	Trmmol ( $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )
Milho solteiro	32,536239 a	0,2744941 a	5,0799027 a
Milho – V0 + Fava	35,128274 a	0,3250397 a	5,5868167 a
Milho – V1 + Fava	29,363664 a	0,2541995 a	4,9270645 a
Milho – V3 + Fava	36,577867 a	0,3508707 a	5,8275048 a
Milho – V5 + Fava	37,520046 a	0,3437065 a	5,7725218 a
C.V (%)	17,77	29,11	17,06

\*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados expressos na condutância estomática e transpiração estão diretamente relacionados, onde nos tratamentos 2,4 e 5 podemos notar valores maiores que os demais (1 e 3) isto se dá pelo fato de que a transpiração está relacionada à capacidade de reposição de água às folhas pelo sistema radicular e, conseqüentemente, à abertura estomática, de tal forma uma redução na condutância estomática será reflexo nos valores de transpiração.

Tendo em vista que o déficit hídrico é um fator chave nos resultados quanto aos componentes fisiológicos da planta, sendo variáveis de acordo com cada estágio de desenvolvimento da cultura, o regime de aproximadamente 650 mm e temperatura média de 22°C, foi suficiente para que a planta realizasse de forma satisfatória suas atividades metabólicas. Onde de acordo com Andrade et al., (2006) 600 mm satisfaz a cultura durante o seu ciclo.

O menor valor expresso no Tratamento 3 (tabela 3) pode ser explicado pelo estresse ocorrido pela planta durante sua fase inicial, onde houve competição entre as culturas, por água, nutrientes e luz. A condutância estomática é uma característica que normalmente é alterada somente quando a planta está sob estresse de déficit hídrico, quando ocorre acentuado aumento da resistência estomática, associado à menor abertura do poro dos estômatos que permanecem abertos (MESSINGER et al., 2006).

Para as características diâmetro da espiga (DDE), comprimento da espiga (CDE) e número de grãos por fileira (NDGF), houve diferença significativa entre as médias analisadas

pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. de acordo com Melo (2004) resultados de diâmetro da espiga (DDE) superior a 3 cm é bem aceito no mercado consumidor, o que faz com que os resultados apresentados por este trabalho sejam satisfatórios quanto a esta variável analisada, onde todos os tratamentos expressam tais ganhos.

**Tabela 4** Médias dos componentes do rendimento para diâmetro da espiga (DDE), comprimento da espiga (CDE), número de fileiras (NDF), número de grãos por fileira (NDGF) número de grãos por espiga (NDGE).

Tratamentos	Fatores				
	DDE Cm	CDE Cm	NDF	NDGF Nº	NDGE
Milho solteiro	4,2 a	12,275 ab	14,5 a	22,45 ab	324,475 a
Milho – V0 + Fava	3,9 ab	12,15 b	15,375 a	22,375 ab	346,05 a
Milho – V1 + Fava	3,65 b	12,45 ab	15,275 a	21,675 b	330,65 a
Milho – V3 + Fava	3,9 ab	12,85 ab	14,825 a	24,35 ab	361,9 a
Milho – V5 + Fava	3,9 ab	14,175 a	14,525 a	27,525 a	401,625 a
C.V (%)	4,0	6,98	6,26	9,87	12,58

\*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste tukey a 5% de probabilidade.

Tais dados são pertinentes tendo em vista que, pesquisas indicam a existência de uma relação inversamente proporcional entre o número de grãos por fileira e o número de grãos por espiga (MAGALHÃES et al, 1995), fato evidenciado na tabela 4. O mesmo pode ser explicado pelo fato de que os resultados expressos na produtividade final de grãos dependem diretamente do número de grãos polinizados que é dependente de fatores ambientais, tal desempenho também está ligado aos grãos desenvolvidos, e da quantidade de fotoassimilados disponíveis.

Tendo em vista que, os tratamentos receberam as mesmas condições de manejo, no que diz respeito à calagem da área, adubação e distribuição de água das chuvas. A única variável distinta refere-se às diferentes épocas de plantio da fava em decorrência dos diferentes estádios de desenvolvimento da cultura do milho.

Na literatura é evidenciada a estreita relação da planta de milho com o suprimento de N, pois o crescimento desses depende do N para realização da síntese de proteína, absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular, proporcionando desta forma uma vegetação verde e abundante, com aumento da folhagem e rápido crescimento (OKUMURA et al., 2011).

Diante disto, é importante que o produtor entenda que se faz necessário o conhecimento entre o desempenho das culturas de forma individual e consorciada para que se possam entender os efeitos positivos causados pela consorciação entre as culturas.

## **5 CONCLUSÕES**

Os resultados obtidos por este trabalho indicam ao produtor a viabilidade do cultivo consorciado entre as culturas de milho e fava, onde as épocas de semeadura da fava intercaladas entre as linhas de milho expressam resultados positivos para os tratamentos 4 e 5, onde o cultivo ocorreu entre os estádios de desenvolvimento V3 e V5 do milho respectivamente. Com isso, é indicado que o produtor realize o cultivo consorciado entre essas épocas o que provavelmente resultará em resultados produtivos.

## 6 REFERÊNCIAS

- ANDRADE JÚNIOR, A. S. de. et al. Coeficientes de cultivo da mamoneira em sistema monocultivo e consorciado com feijão-caupi. In: Congresso Brasileiro de Mamona Energia e Ricinoquímica, 3. 2008, Salvador, BA. Anais. Salvador, BA: Embrapa, 2008. 1CD-ROM.
- ANDRADE, C.L.T.; ALBUQUERQUE, P.E.P.; BRITO, R.A.L.; RESENDE, M. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2006, (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica,85).
- ASHARAF, M (2010) Inducing drought tolerance in plants: recent advances. **Biotechnol Adv** 28:199–238.
- AZEVEDO, J. N.; FRANCO, L. J. D. ARAÚJO, R. O. C. **Composição química de sete variedades de feijão-fava**. Teresina: Embrapa Meio Norte, 2003. 4 p. (Comunicado Técnico 152).
- BARROS, J.F.C; CALADO, J.G. **A cultura do milho**. Évora. 2014.
- BERGAMASCHI, H. **Desenvolvimento de déficit hídrico em culturas**. In: BERGAMASCHI, H. (Coord). Agrometeorologia aplicada à irrigação. Porto Alegre: UFRGS, 1992. p.25-32.
- BERGAMASCHI, H. et al. Maize yield and rainfall on different spatial and temporal scales in Southern Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 5, p. 603-613, 2007.
- BERGAMASCHI, H. et al. Water supply in the critical period of maize and the grain production. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 831-839, 2004.
- BERGONCI, J. I. et al. Eficiência da irrigação em rendimento de grãos e matéria seca de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 7, p. 949-956, 2001.
- BERGONCI, J.I et al. Condutância foliar como um indicador de déficit hídrico em milho. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.8, n.1, p.27-34, 2000.
- BERGONCI, J.I.; PEREIRA, G.B. Comportamento do potencial da água na folha e da condutância estomática do milho em função da fração de água disponível no solo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.10, n.2, p.229-235, 2002.

BEYRA, A.; ARTILES, G. R. Revisión taxonômica de los gêneros Phaseolus y Vigna (Leguminosae-Papilionoideae) em Cuba. **Anales Del Jardín Botânico de Madrid**, v. 61, p. 135-154, 2004.

BONO, L. et al. Alterações no padrão de resposta à luz da condutância estomática do milho causado pelo déficit hídrico. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, n.1, p.27- 34, 2001.

CARNEIRO, J.E.S.; JÚNIOR, J.P.; BORÉM, Aluízio. **Feijão: do plantio à colheita**. Viçosa: Ed. UFV, 2015. P. 300-384.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira. Grãos. Safra 2017/2018**. Monitoramento agrícola. Brasília, v.5, n.12, p. 1-148. 2018.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Boletim da safra de grãos. Disponível em: <<https://www.Conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 23 de setembro de 2019.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Série histórica das safras. Disponível em: <<https://www.Conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras>>. Acesso em: 23 de setembro de 2019.

DUARTE, J.O.; GARCIA, J.C.; MIRANDA, R.A. Economia da produção. Sistema de produção Embrapa. Disponível em :<  
[https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p\\_p\\_id=conteudoportlet\\_WAR\\_sistemasdeproducaoalf6\\_1galceportlet&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-1&p\\_p\\_col\\_count=1&p\\_r\\_p\\_-76293187\\_sistemaProducaoId=7905&p\\_r\\_p\\_-996514994\\_topicoId=8659](https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaoalf6_1galceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=7905&p_r_p_-996514994_topicoId=8659)>. Acesso em: 23 de setembro de 2019.

FANCELLI, A. I. **Plantas Alimentícias: guia para aula, estudo e discussão**. Piracicaba: USP/ ESALQ, 1986. 131 p.

FANCELLI, Antonio Luiz. Manejo baseado na fenologia aumenta eficiência de insumos e produtividade. **Visão Agrícola**, v. 13, n. 1, p. 24-29, 2015.

FRANCO, M.C.; CASSINI, S.T.A.; OLIVEIRA, V.R.; VIEIRA, C. & TSAI, S.M. Nodulação em cultivares de feijão dos conjuntos gênicos andino e meso-americano. **Pesq. Agropec. Bras.**, 37:1145-1150, 2002.

FRANCO, Nádia. Produção e exportação de milho devem crescer na safra 2018/2019. Agência Brasil. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2018-08/producao-e-exportacao-de-milho-devem-crescer-na-safra-20182019>>. Acesso em: 23 de setembro de 2019.

GITTI, DOUGLAS CASTILHO et al. Épocas de semeadura de crotalaria em consórcio com milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 11, n. 2, p. 156-168, 2012.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal: área plantada, 2017**. Brasil, 2018. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/1612#resultado>> Acesso em: 10 de julho de 2019.

INMET, Dados da estação automática. Instituto Nacional de Meteorologia, 2019. Disponível em: <[http://www.inmet.gov.br/sonabra/pg\\_dspDadosCodigo\\_sim.php?QTMxMA==](http://www.inmet.gov.br/sonabra/pg_dspDadosCodigo_sim.php?QTMxMA==)>. Acesso em: 29/09/2019.

IPA – Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária. **Recomendações de Adubação para o Estado de Pernambuco (2ª aproximação)**. 2.ed. Recife: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária, 2008. 198p.

KINIRY, J. R.; BONHOMME, R. Predicting maize phenology. in: Hodges, C. (ed.). Predicting crop phenology. Boca Raton: CRC Press, 1991. p. 115-131.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. Classificação climática de Köppen. 1936.

KRON, A. P.; SOUZA, G. M.; RIBEIRO, R. V. **Water deficiency at different developmental stages of glycine max can improve drought tolerance**. Bragantia, Campinas, v. 67, n. 1, p. 43-49, 2008.

LANDAU, E.C.; MAGALHÃES, P.C.; GUIMARÃES, D.P. Relações com o clima. Agência Embrapa de informação tecnológica. Disponível em: <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01\\_17\\_168200511157.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_17_168200511157.html)> Acesso em: 23 de setembro de 2019.

LOPES, A. C. A.; GOMES, R. L. F.; SILVA, R. N. O.; COSTA, E. M. R.; SOUSA, I. F. S.; SANTOS, J. O.; SOUSA, T. H. P.; SILVA, K. J. D. Diversidade Genética. In: ARAÚJO, A.



S. F. de.; LOPES, A. C. de. A.; GOMES, R. L. F. (Org.). **A cultura do feijão-fava na Região Meio-Norte do Brasil**. 1ª ed. Teresina: EDUFPI, 2010, v. 1, p. 45-72.

LOPES, N.S.; SILVA, F.E.; COSTA, M.N.F.; RODRIGUES, W.A.D.; CÂMARA, F.T. Produtividade de fava e milho em função do sistema de consórcio em regime de sequeiro na região do cariri-CE. **AGRARIAN ACADEMY**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.4, n.8; p.220-227,2017.

MACHADO, S. Does intercropping have a role in modern agriculture. **Journal of Soil and Water Conservation**, v.64, n.2. p. 55A-57A, 2009.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; PAIVA, E. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 1995, (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 20).

MAGALHÃES, P.C.; SOUZA, T.C. Ecofisiologia. Sistema de produção Embrapa.

Disponível em: <

[https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p\\_p\\_id=conteudoportlet\\_WAR\\_sistemasdeproducaoalf6\\_1galceportlet&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-1&p\\_p\\_col\\_count=1&p\\_r\\_p\\_-76293187\\_sistemaProducaoId=7905&p\\_r\\_p\\_-996514994\\_topicoId=8662](https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaoalf6_1galceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=7905&p_r_p_-996514994_topicoId=8662)> Acesso em: 23 de setembro de 2019.

MAPA. Zoneamento agrícola de risco climático. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Disponível em: < <http://indicadores.agricultura.gov.br/zarc/index.htm> > Acesso em: 23 de setembro de 2019.

MELO, A. V de. **Sistema de plantio direto para milho-verde**. 2004. 61f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

MESSINGER, S. M. et al. Evidence for involvement of photosynthetic processes in the stomatal response to CO<sub>2</sub>. **Plant Physiol.**, v. 140, n. 2, p. 771-778, 2006.

MUTAVA R.N, PRASAD P.V.V, Tuinstra MR, Kofoid KD, Yu J (2011) Characterization of sorghum genotypes for traits related to drought tolerance. **Field Crop Res** 123:10–18.

NIED, A. H. et al. Épocas de semeadura do milho com menor risco de ocorrência de deficiência hídrica no município de Santa Maria. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 35, n. 5, p. 995-1002, set. /out. 2005.

OKUMURA, Hironori; KIMOTO, Tsunenobu; SUDA, Jun. Reduction of threading dislocation density in 2H-AlN grown on 6H-SiC (0001) by minimizing unintentional active nitrogen exposure before growth. **Applied physics express**, v. 4, n. 2, p. 025502, 2011.

PEGADO, C. M. A.; BARBOSA, L. J. das N.; MENDES, J. E. M. F.; SOUTO, P. C. SOUTO, J. S. Decomposição superficial e subsuperficial de folhas de fava (*Phaseolus lunatus* L.) na região do Brejo da Paraíba, Brasil. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 1, p. 218-223, 2008.

PROLLA, I. R. D. **Características físico-químicas de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 2006. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná, Santa Maria, 2006.

RADIN, B. et al. Evapotranspiração da cultura do milho em função da demanda evaporativa atmosférica e do crescimento das plantas. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 9, p. 7-16, 2003.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. Fisiologia vegetal. México: Iberoamerica, 1994. 758p.

SANTANA, D.P.; Landau, E.C.; Sans, L.M.A.; Clima e Solo. Sistema de produção embrapa. Disponível em: <

[https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p\\_p\\_id=conteudoportlet\\_WAR\\_sistemasdeproducaolf6\\_1galceportlet&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-1&p\\_p\\_col\\_count=1&p\\_r\\_p\\_-76293187\\_sistemaProducaoId=3821&p\\_r\\_p\\_-996514994\\_topicoId=3718](https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1galceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=3821&p_r_p_-996514994_topicoId=3718) > Acesso em: 23 de setembro de 2019.

SANTOS, J.O. **Divergência genética em feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.): Diversidade genética entre isolados nativos de rizóbios noduladores do feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.)**. Teresina, Universidade Federal do Piauí, 2008.

SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Enrolamento e expansão das folhas de milho submetidas a déficit hídrico em diferentes solos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 3, n. 1, p. 1-6, 1998.

SANTOS, S.B.; MARTINS, M.A.; FARONI, L.R.A.; BRITO, V.R.J. Perda de matéria seca em grãos de milho armazenados em bolsas herméticas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.43, n.4, p.674-682, 2012.

SCHULZE, E-D.; BECK, E.; MULLER-HOHENSTEIN, K. **Plant Ecology**. SpringerVerlag Berlin Heidelberg. New York, 2005, 702 p.

SEVERINO, L. S. AULD, D. L. A framework for the study of the growth and development of castor plant. **Industrial Crops and Products**, v. 46, p. 25-38, 2013.

SOUZA, L. S. B. et al. **Eficiência do uso da água das culturas do milho e feijão-caupi sob sistemas de plantio exclusivo e consorciado no Semiárido brasileiro**. Bragantia, Campinas, v.70, n. 3, p. 715-721, 2011.

SOUZA, ML de O. et al. Efeito do consórcio do milho (*Zea mays* L.) com o feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) no rendimento de grãos, uso eficiente da terra e ocorrência de pragas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 35, n. esp, 2004.

USDA. United States Department of Agriculture. Grain: **world markets and trade**. Disponível em: <<https://www.fas.usda.gov/data/grain-world-markets-and-trade>>. Acesso em: 23 de setembro de 2019.

USDA. United States Department of Agriculture. **World agricultural production**. Disponível em: <<https://www.fas.usda.gov/data/world-agricultural-production>>. Acesso em: 23 de setembro de 2019.

VIEIRA, R. F. A cultura do feijão-fava. Informe Agropecuário, v. 16, n. 174, p. 3037, 1992.

ZINSELMEIER, C.; WESTGATE, M.E.; JONES, R.J. Kernel set at low water potential does not vary with source sink/ratio in maize. **Crop Science**, v. 35, p.158-164, 1995.